

## 数学科

## 数学科 数理解析グループ

## ■教員・研究分野

教授	阿部 幸隆	Yukitaka Abe	多変数関数論
教授	菊池 万里	Masato Kikuchi	実解析学, 確率論
教授	古田 高士	Takashi Koda	微分幾何学
教授	永井 節夫	Setsuo Nagai	微分幾何学
教授	濱名 正道	Masamichi Hamana	作用素環論
教授	藤田 景子	Keiko Fujita	関数論, 関数解析学, 応用数学
准教授	川部 達哉	Tatsuya Kawabe	幾何学, 変換群論
准教授	木村 巖	Iwao Kimura	数論
客員教授	菅谷 孝	Takasi Sugatani	可換環論

## ■研究概要

## 多変数関数論

- (1) 閉リーマン面の退化とそれに対応するヤコビ多様体の極限について解析的見地から研究している. 関連して, アーベル多様体のモデュライ空間のコンパクト化, 代数曲線の一般ヤコビ多様体についても新しい観点から研究している.
- (2) トロイダル群が一般化されたリーマンの条件をみたとときに準アーベル多様体という. 準アーベル多様体の解析的及び代数的性質を研究している. これは(1)の研究にも関連している.
- (3) 普遍性をもつ正則関数を研究している. とくに多変数の場合は今までほとんど研究がなされていなかったものである.

## 実解析学, 確率論

Banach 関数空間, 殊に Lebesgue 空間, Orlicz 空間, Lorentz 空間などに代表される, 再配分不変性を持つ空間におけるマルチンゲールの理論の研究を行っている. また, それらの実解析学への応用を研究している. 研究の結果, 例えば, マルチンゲールの諸性質(不等式や収束)が成り立つ Banach 関数空間の特徴付けが得られている.

## 微分幾何学

微分幾何学の中でも複素空間型すなわち複素射影空間, 複素双曲空間内の実部分多様体をテンソル解析学の手法を用いて研究している. 特に実超曲面上の等質構造テンソルの具体的な構成, 自然還元等質実超曲面の分類, 等質実超曲面のリッチテンソルによる特徴付けについて研究している. 将来的には狭く専門分野を限定せずに, 微分同型群, 等長変換群をキーワードとして研究を展開していきたい.

## 作用素環論

作用素環論の研究対象は, Hilbert 空間上の作用素の作る  $*$ -代数( $C^*$ -代数,  $W^*$ -代数, 等) 或いはもっと一般的な作用素の作る線形空間(作用素空間, 作用素系, 等) である. 筆者の導入した, 作用素空間の triple envelope, injective envelope の概念を通して, 一般的作用素空間の研究を  $C^*$ -代数の研究にある程度帰着させることを目指している.

## 関数論, 関数解析学, 応用数学

複素ユークリッド空間のコンパクト集合上の解析汎関数(超関数)やそのフーリエ像など関数解析学の研究や再生核, 主に正則関数や調和関数の積分公式など複素解析学の研究, および, その応用として, 信号源分離など時間周波数解析の研究.

## 幾何学, 変換群論

多様体への不連続群の作用やリー群の離散部分群による等質空間への作用, その軌道空間の空間形に関する諸問題を扱う.

主に次の2つの問題に関わる対象を調べている.

- (1) Affine 結晶群の可解性について
- (2) 多重構造をもつ有限生成群から多様体を実現する障害とその分類  
どちらも多様体の基本群の因子列に関係するが, その代数的特徴づけについてはいくつか結果が得られている.

## 数論

主な研究テーマは, 算術的な条件を満たす代数体の分布である. より正確には, 素数  $l$  と代数体  $k$  をそれぞれ一つ固定し,  $k$  の二次拡大体の中で, 類数が  $l$  で割り切れない, という性質を満たすものの「密度」を評価することである. Cohen と Lenstra により, 1984 年頃定式化された, いわゆる Cohen-Lenstra heuristics や, その精密化・一般化(類数の部分を, ゼータ関数の負の整数点での特殊値へ一般化する)を研究している. このような結果は, 代数体の  $Z_l$  拡大の岩澤理論や, 楕円曲線の岩澤理論などに応用を持つ.

## 微分幾何学

向きづけられた偶数次元リーマン多様体  $M$  の各点における接空間の複素構造をすべて集めてできるツイスター空間と  $M$  の幾何学の間を研究している. とくに, 4次元概エルミート多様体の自己双対・反自己双対性と分類問題,

リーマン対称空間上のツイスター空間としてのリーマン 3-対称空間の幾何学的性質を研究している.

#### 可換環論

環の拡大をテーマとして、次の事項について研究している.

- (1) seminormal extensions,  $t$ -closed extensions,  $u$ -closed extensions;
- (2) simple extensions, accurate elements, super-primitive elements;
- (3) Richman extensions, flat extensions;
- (4) pseudo-valuation domains, almost pseudo-valuation domains;
- (5) semistar operations, localizing ideal systems.

#### ■論文

1. A relation between two kinds of norms for martingales,  
Kikuchi M.,  
*Mathematica Slovaca*, **65**(5), 1165-1180(2015).
2. On some martingale inequalities for mean oscillations in weak spaces,  
Kikuchi M.,  
*Ricerche di Matematica*, **64**(1), 137-165(2015).
3. Gabor transform of analytic functional on the sphere,  
Fujita, K.,  
Current Trends in Analysis and its Applications, Springer Proceedings in Mathematics, Proceedings of the 9th ISAAC Congress, Krakow 2013.

#### ■研究発表

1. トロイダル群上の等質直線束の断面のコホモロジー群,  
阿部幸隆,  
日本数学会年会
2. 弱空間に於けるマルチンゲール不等式,  
菊池万里,  
第 54 回実函数論・函数解析学合同シンポジウム
3. On square function inequalities of weak type for martingales,  
菊池万里,  
富山解析セミナー
4. Completely positive isometries on matrix algebras II,  
Hamana, M.,  
Toyama Analysis Seminar2015
5. Gabor transformation on the sphere,  
Fujita, K.,  
10th International ISAAC Congress
6. On an Inverse Transformation of the Gabor Transformation on the Sphere ,  
Fujita, K.,  
The 7th International Conference on Information
7. Maass 波動形式の数値計算,  
木村巖,  
2015 大分整数論研究集会
8. Maass waveform の数値計算,  
木村巖,  
計算代数システムによる新しい数学の開拓と進展
9. CM 体の相対類数の非可除性を巡って,  
木村巖,  
香川セミナー

## 数学科 情報数理グループ

### ■教員・研究分野

教授	池田 榮雄	Hideo Ikeda	応用数学, 非線形解析, 現象解析
教授	久保 文夫	Fumio Kubo	関数解析学
教授	藤田 安啓	Yasuhiro Fujita	粘性解理論
教授	山根 宏之	Hiroyuki Yamane	表現論
准教授	上田 肇一	Keiichi Ueda	応用数学
准教授	出口 英生	Hideo Deguchi	偏微分方程式論
助教	幸山 直人	Naoto Kouyama	整数論
客員教授	小林久壽雄	Kusuo Kobayashi	確率論, 関数方程式論
客員教授	吉田 範夫	Norio Yoshida	微分方程式論

### ■研究概要

#### 応用数学, 非線形解析, 現象解析

反応拡散系には様々な時空間パターンが出現する. それらのパターンダイナミクスを反応拡散系とその特異極限としての自由境界問題の解挙動として捕らえ, それらの正当性と解析的手法の確立を研究目標としている. 一様な媒体上ではフロント型の進行波解が分岐する物理パラメータの近傍において, フロント型とバック型の進行波解の強い相互作用, 及び, その状態で拡散係数に非一様性を導入したとき, その非一様性の強さに応じて生じる様々なダイナミクスを中心多様体上の微分方程式に縮約することによって解析している.

#### 関数解析学

非負定値有界線型作用素の平均演算にかかわる関数解析学および函数論的研究

#### 粘性解理論

- (1) Hamilton-Jacobi 方程式に対する Aubry-Mather 理論の解析
- (2) 対数型 Sobolev 不等式と超縮小性の解析
- (3) 非線形問題に対する粘性解理論の研究

#### 表現論

Lie 超代数, 量子群, Nichols 代数の表現論および代数的構造の研究

#### 応用数学

化学反応や生命現象に見られる非線形ダイナミクスに対する研究を行っている.

- (1) 反応拡散系でみられる進行波の分裂および対消滅現象に対する数学解析
- (2) 非一様な空間におけるパルス解の安定性解析
- (3) 単細胞生物の移動運動の数理モデリングと数理解析
- (4) 分岐解析ソフトウェアの開発

#### 偏微分方程式論

コロンボの一般関数の理論を用いて, 偏微分方程式を研究している. 現在は特に, 一階双曲型方程式の一般関数解の正則性, 特異性の伝播を研究している. また, ゲーム理論において現れる放物型方程式系の解の存在, 一意性, 漸近挙動の研究も行っている.

#### 整数論

有限次代数体の整数環  $A$  上の特殊線形群  $SL_m(A)$  に関する合同部分群問題. 特に,  $m=2$  かつ  $A=\mathbb{Z}$  の整数環について, 一部ではあるが, 具体的に指数有限の部分群を構成し, 合同部分群であるか非合同部分群であるかを決定した.

#### 確率論, 関数方程式論

確率過程論及び関連する非線形方程式の解析: 確率過程特に分枝マルコフ過程の極限定理の研究及び関連する非線形微分方程式の解の漸近挙動の解析

#### 微分方程式論

常微分方程式, 偏微分方程式, 関数微分方程式, 関数変数偏微分方程式の解の定性的理論, 特に振動理論とよばれる零点に関する理論を研究している. 特に, 楕円型方程式の場合は, Picone(不)等式を確立することにより, Sturm型比較定理, Riccati 不等式, Wirtinger 不等式, 振動定理が得られる. 更に,  $p(x)$ -Laplacian を持つ変動指数型の準線形楕円型方程式に対する振動理論の構築を目指している.

### ■論文

1. A supplementary proof of  $L^p$ -logarithmic Sobolev inequality, Fujita, Y., *Annales de la Faculté des sciences de Toulouse*, **24**, 119-132(2015).
2. Classification of Finite Dimensional Irreducible Representations of Generalized Quantum Groups via Weyl Groupoids, Azam, S., Yamane, H., and Yousofzadeh, M.,

- Publ. Res. Inst. Math. Sci.*, **51**, 59-130 (2015).
3. Generalized root systems and the affine Lie superalgebra  $G^{(1)}(3)$ ,  
Yamane, H.,  
*São Paulo Journal of Mathematical Sciences*, DOI 10.1007/s40863-015-0021-5.
  4. Skew centers of rank-one generalized quantum groups  
Batra, P., and Yamane, H.,  
*Toyama Mathematical Journal*, **37**, 189-202(2015).
  5. Propagation of singularities for generalized solutions to wave equations with discontinuous coefficients,  
Deguchi, H., and Oberguggenberger, M.,  
*SIAM Journal on Mathematical Analysis*, **48**(1), 397-442(2016).

#### ■総説・解説

1. New definition of generalized root systems,  
山根宏之,  
*Symposium on Representation Theory 2015 講演集*, 113-119 (2015).
2. Generalized quantum groups and their representation theory,  
山根宏之,  
*Algebraic Lie Theory and Representation Theory (ALTReT) 2015 講演集*, 130-137 (2015).
3. Weyl groupoids and representation theory of generalized quantum groups,  
山根宏之,  
*日本数学会 2016 年度年会 特別講演 無限可積分系 アブストラクト*, 59- 73 (2016).
4. ネットワークと力学系,  
上田肇一,  
数理科学 2015年8月号

#### ■研究発表

1. 3種 Lotka-Volterra モデルの2つの極限問題に関する定常解と安定性について,  
池田榮雄,  
拡散に付随する数理科学セミナー
2. Shadow system approach to a 3-component Lotka-Volterra system with diffusion,  
Ikeda, H.,  
第40回偏微分方程式論札幌シンポジウム
3. 有害藻類開花モデルの shadow 近似解に関して,  
池田榮雄,  
富山解析セミナー2015
4. Existence and stability of a standing spot solution in 3-component FitzHugh-Nagumo systems,  
Ikeda, H.,  
第14回自己組織化セミナー, Traveling Waves arising in 3-Component Reaction-Diffusion Systems
5. Stability analysis of standing planar spot solutions in a 3-component FitzHugh-Nagumo system,  
Ikeda, H.,  
International Conference on Mathematical Modeling and Applications 2015 'Self-Organization-Modeling and Analysis'
6. 2種類の3変数系の理論的考察,  
池田榮雄,  
多変数反応拡散系の数理とその周辺
7. On a Gagliardo-Nirenberg type inequality for log-concave functions,  
藤田安啓,  
RIMS 研究集会「偏微分方程式の漸近問題と粘性解」
8. Application of a logarithmic Sobolev inequality to gradient bounds of solutions of parabolic equations,  
藤田安啓,  
研究集会「確率論と幾何学」
9. On a Sobolev-type inequality for log-concave functions via a Hamilton-Jacobi equation,  
藤田安啓,  
早稲田大学教育・総合科学学術院における講演会
10. Generalized quantum groups and their representation theory,  
Yamane, H.,  
Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2015
11. Coxeter groups and Weyl groupoids I, II, III, IV, V, VI,  
Yamane, H.,  
IPM-Isfahan workshop on Coxeter groups and Weyl groupoids, Iran
12. 量子群の中心のカッツ構成,

- 山根宏之,  
第31回リー代数サマーセミナー(新潟薬科大学)
13. Exposition on differential fields,  
Yamane, H.,  
Tsukuba Mini-Conference on Hopf Algebras and Differential Galois Theory(筑波大学)
  14. Centers of generalized quantum algebras ,  
Yamane, H.,  
Combinatorics Seminar, Department of Mathematics, University of Wisconsin, USA
  15. Generalized quantum algebras and their representation theory,  
Yamane, H.,  
Math colloquium, Department of Mathematics, University of Wisconsin-Whitewater, USA
  16. An exposition on several concepts on theory of differential fields,  
Yamane, H.,  
Algebra Seminar, Department of Mathematical Sciences, University of Wisconsin-Milwaukee, USA
  17. 一般化された量子群の中心元のカット構成について,  
山根宏之,  
Symposium on Representation Theory 2015
  18. Generalized root systems の基本的な補題,  
山根宏之,  
ホップ代数セミナー(愛知工業大学)
  19. Weyl groupoids and representation theory of generalized quantum groups,  
山根宏之,  
日本数学会 2016 年度年会特別講演(筑波大学)
  20. Weyl groupoids, generalized root system and representation theory of generalized quantum groups,  
Yamane, H.,  
Algebra Seminar, Department of Mathematical Sciences, Warsaw university, Poland
  21. A Continuous Model for the Pathfinding Problem with Self-Recovery Property,  
Ueda, K.,  
SIAM Conference on Applications of Dynamical Systems
  22. An autonomous distributed system for the pathfinding problem with self-recovery property,  
Ueda, K., Yadome, M., and Nishiura, Y.,  
8th International Congress on Industrial and Applied Mathematics
  23. Multistate network model for the pathfinding problem,  
Ueda, K., Yadome, M., and Nishiura, Y.,  
The 2nd Joint Workshop of A3 Foresight Program